

DIE GESTALTUNG DER WASSERCHEMISCHEN VERHÄLTNISSE IM UNGARISCHEN DONAUABSCHNITT IM LAUFE DES JAHRES 1971

DANUBIALIA HUNGARICA LXVI

Von

Zs. T. DVIHALLY

Ungarische Donauforschungsstation, Alsógöd

Eingegangen: 22. März 1972

Im Jahre 1971 haben wir — so wie auch in den vorangehenden Jahren — die quantitativen und qualitativen Änderungen der im Wasser der Donau gelösten Stoffe natürlichen Ursprunges mit größter Aufmerksamkeit verfolgt. Diese Arbeit wird von der Ungarischen Donauforschungsstation seit 13 Jahren ununterbrochen verrichtet und die mehrjährigen Datenreihen sowie die Erfahrung und Praxis ermöglichen es, daß wir den ökologischen Zustand der Donau von Gesichtspunkt der Lebewelt dieses Stromes charakterisieren können.

Die wasserchemischen Verhältnisse des ungarischen Abschnittes der Donau wurden oberhalb von Budapest aufgrund der für das Donauforschungskollektiv von der Bundesanstalt für Wasserbiologie und Abwasserforschung (Wien) vorgeschriebenen wasserchemischen Untersuchungsmethoden (1962) an einer verhältnismäßig unverschmutzten Wasserfläche untersucht. Die aufgrund dieser Untersuchungen errechneten monatlichen Durchschnittswerte der einzelnen wasserchemischen Faktoren wurden auf *Tab. I.* angeführt. Aufgrund der Daten dieser Tabelle können die mit dem Wasserertrag zusammenhängenden Änderungen der gelösten Salzmenge gut verfolgt werden. Die größte gelöste Salzmenge zeigt sich im Donauwasser zur Zeit des niedrigen Wasserstandes im Herbst und im Winter, die Wassermassen mit geringstem Salzgehalt fließen indessen zur Zeit der Flutwellen im Nachfrühling sowie im Sommer ab. Die Menge des oxydierbaren organischen Stoffes, die mit dem Sauerstoffverbrauch des Wassers ausgedrückt wird, hängt einerseits mit der autochthonen organischen Stoffproduktion des Stromes, andererseits mit den organischen Stoffgehalt der industriellen und städtischen Abwässer zusammen. Die Werte des Sauerstoffverbrauches sind — den vorangehenden Jahren ähnlich — auch im Jahre 1971 zwischen April und Oktober am niedrigsten.

In *Tab. II.* sind die im Laufe des Jahres vorkommenden Extremwerte der wasserchemischen Abgaben sowie die sich auf das Jahr 1971 beziehen-

Die Monatsdurchschnittswerte des Wasserstandes, des Wasserertrages und der chemischen Faktoren der Donau im Laufe des Jahres 1971

	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember
Wasserstand (cm)	191	225	237	313	279	335	265	177	168	131	111	117
Wasserertrag (m ³ /sec)	1343	1557	1702	2200	1938	2411	1858	1246	1221	1011	910	1270
Wassertemperatur (C°)	0,5	3,2	2,8	10,2	17,1	17,9	19,9	21,9	16,4	12,5	6,5	4,0
pH	7,73	7,71	7,76	7,95	7,99	7,89	8,03	8,15	7,97	7,79	7,90	7,65
Alkalinität (mval/l)	3,4	3,1	3,2	2,9	2,8	2,8	2,9	2,9	3,0	3,1	3,7	3,1
Gesamthärte (°D. H.)	12,5	11,7	11,8	10,4	9,4	9,8	10,5	10,2	11,9	11,6	12,5	12,2
Karbonathärte (°D. H.)	9,4	8,7	8,9	8,0	7,8	7,7	8,0	7,9	8,5	8,7	10,4	8,8
Kalziumhärte (°D. H.)	8,4	7,9	8,0	7,1	6,6	6,7	7,0	6,8	7,4	7,7	5,0	8,6
Magnesiumhärte (°D. H.)	4,1	3,7	3,8	3,3	2,8	3,1	3,3	3,3	4,4	3,9	7,5	3,6
HCO ₃ ⁻ (mg/l)	205,0	190,1	193,4	174,0	169,0	168,1	174,0	172,6	184,5	189,8	227,0	191,6
Ca ⁺⁺ (mg/l)	60,1	56,5	57,2	50,8	47,2	47,9	49,9	48,8	53,2	55,0	35,7	61,5
Mg ⁺⁺ (mg/l)	17,6	16,2	16,6	14,4	11,9	13,5	14,5	14,4	19,1	16,7	32,5	15,6
K ⁺ + Na ⁺ (mg/l)	13,0	19,7	11,8	8,8	15,3	7,8	14,2	11,1	7,1	16,6	22,5	18,9
SO ₄ ⁻ (mg/l)	55,5	56,0	51,9	40,4	39,4	33,9	41,8	39,8	37,6	58,3	70,4	53,8
Cl ⁻ (mg/l)	16,8	17,0	17,3	14,5	14,6	13,5	13,3	15,9	16,8	18,5	21,0	20,0
SiO ₂ (mg/l)	1,9	0,8	1,8	0,0	0,3	2,2	0,4	0,2	1,2	2,2	0,0	0,0
NH ₄ ⁺ (mg/l)	0,92	0,64	0,64	1,02	0,46	0,82	0,56	0,72	0,78	1,84	1,92	1,40
NO ₂ ⁻ (mg/l)	0,059	0,073	0,057	0,049	0,058	0,095	0,060	0,054	0,083	0,065	0,197	0,073
NO ₃ ⁻ (mg/l)	5,8	6,0	5,8	6,2	—	—	—	4,2	4,7	4,5	4,4	5,1
Sauerstoffverbrauch (mg/l) ..	10,8	9,8	10,1	7,1	7,0	7,4	6,4	8,6	9,1	8,7	10,1	12,6
Gelöstes O ₂ (mg/l)	7,7	9,9	9,7	10,9	12,3	7,4	11,5	8,7	9,9	9,8	7,4	5,2
Sauerstoffsättigung (%)	52	74	72	97	126	78	126	98	99	90	60	40
Gelöstes CO ₂ (mg/l)	10,2	7,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
BSB ₁ (mg/l)	0,7	0,8	0,7	0,6	2,6	0,6	3,6	1,2	1,1	1,7	0,0	0,0
SPP (mg/l)	0,5	1,3	3,2	4,0	4,9	10,8	13,1	9,2	15,6	15,4	2,5	0,2
Fe ⁺⁺⁺ (mg/l)	0,017	0,015	0,12	0,07	0,04	0,06	0,05	0,03	0,036	0,024	0,087	0,059
Gesamtmenge des gelösten Salzes (mg/l)	368	355	348	303	297	285	300	303	382	355	393	378
Zahl der Untersuchungen ...	2	4	4	5	4	4	5	4	5	2	1	1

Tabelle II.

Extrem- und Durchschnittswerte des Wasserstandes, des Wasserertrages sowie der wasserchemischen Werte im Laufe des Jahres 1971.

	Höchster Wert	Datum	Niedrigster Wert	Datum	Durchschnittswert	Zahl der Untersuchungen
Wasserstand (cm)	436	16. VI.	83	11. XI.	217	364
Wasserertrag (m ³ /sec) . . .	3320	26. VI.	782	11. XI.	1556	364
Wassertemperatur (°C) . .	25	5. VIII.	0,0	m. M.	10,8	41
pH	8,24	m. M.	7,65	m. M.	7,88	41
Alkalinität (mval/l)	3,72	14. XI.	2,46	25. III.	3,06	41
Karbonathärte (°D.H.) . .	10,4	14. XI.	6,9	25. III.	8,6	41
Gesamthärte (°D.H.) . . .	14,5	2. IX.	9,0	27. V.	11,2	41
HCO ₃ ⁻ (mg/l)	227,0	14. XI.	150,1	25. V.	186,6	41
Ca ⁺⁺ (mg/l)	63,6	18. III.	35,6	14. XI.	51,2	41
Mg ⁺⁺ (mg/l)	33,8	2. IX.	10,4	5. VIII.	16,9	41
K ⁺ + Na ⁺ (mg/l)	39,2	24. II.	1,3	17. VI.	13,9	41
SO ₄ ⁻ (mg/l)	65,4	28. I.	27,7	16. IX.	48,2	41
Cl ⁻ (mg/l)	21,5	18. III.	12,0	16. VII.	16,6	41
SiO ₂ (mg/l)	4,5	24. VI.	0,0	m. M.	0,9	41
NH ₄ ⁺ (mg/l)	2,19	7. 10.	0,28	29. VII.	0,98	41
NO ₂ ⁻ (mg/l)	0,197	14. XI.	0,031	m. M.	0,077	41
NO ₃ ⁻ (mg/l)	7,7	29. IX.	3,1	m. M.	5,2	26
Sauerstoffverbrauch (mg/l)	12,6	18. XII.	5,8	16. VII.	9,0	41
Gelöstes O ₂ (mg/l)	14,1	23. IX.	2,8	3. VI.	9,2	39
Sauerstoffsättigung (%) .	130	10. VII.	30	3. VII.	84	41
Gelöstes CO ₂ (mg/l) . . .	12,2	28. I.	0,0	m. M.	1,5	41
SPP (mg/l)	19,4	23. IX.	0,2	m. M.	6,7	41
BSB ₁ (mg/l)	7,6	8. VII.	0,0	m. M.	1,1	41
Fe ⁺⁺⁺ (mg/l)	0,18	25. III.	0,01	m. M.	0,051	41
Gesamtmenge des gelösten Salzes (mg/l)	393	18. III.	271	25. III.	339	41

m. M. = mehrere Male

den durchschnittlichen Werte zu sehen. In den Extremwerten der Ione zeigt sich im Vergleich zu den Angaben der vorangehenden Jahre keine bedeutende Änderung, jedoch verdienen jene langsamen, aber kontinuierlichen Abweichungen eine Aufmerksamkeit, die sich hinsichtlich der Jahresdurchschnittswerte der einzelnen Ione zeigen. Obwohl die im letzten Jahrzehnt vor sich gehende Verschlechterung der Wassergüte der Donau vor allem von sog. mikroverunreinigenden Stoffen (Phenol, Teer, Erdölderivate, Detergenten usw.) herrühren, wird diese Verschlechterung auch von den uns untersuchten, gelösten Stoffen natürlichen Ursprunges angezeigt. Während der Sauerstoffverbrauch, die Menge des

Nitrits, Ammoniums, gelösten Kohlendioxyds und gelösten Eisens seit 1964 eine langsam ansteigende Tendenz zeigt, nehmen die gelöste O_2 -Menge, die O_2 -Sättigung, die absoluten Werte der Nitrat- und Silikat-Ione und ihre Jahresdurchschnittswerte langsam ab (*Tab. III.*). Diese Angaben sind solche Zeichen der qualitativen Verschlechterung des Donauwassers, die unbedingt die Aufmerksamkeit der sich mit dem Schutz der natürlichen Gewässer befassenden Fachleute auf sich ziehen müssen. Der Umstand, daß die Veränderung so tendenziös und in wenigen Jahren vor sich gegangen ist, umreißt von der Zukunft ein abschreckendes Bild.

Tabelle III.

Die Änderungen der wasserchemischen Verhältnisse im Donauwasser in den Jahren 1964 – 1971.

	Jahresdurchschnittswerte							
	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971
Gelöstes O_2 (mg/l)	—	—	10,9	10,6	9,9	9,2	8,3	9,2
Sauerstoffsättigung (%) ...	—	—	95	98	96	82	73	84
NO_3^- (mg/l)	6,9	6,4	6,1	5,8	4,8	5,7	3,7	5,2
SiO_2 (mg/l)	5,2	4,4	3,8	3,3	3,0	3,2	2,0	0,9
Sauerstoffverbrauch (mg/l) .	—	—	7,7	7,1	8,1	9,5	8,8	9,0
NO_2^- (mg/l)	0,078	0,087	0,098	0,091	0,079	0,095	0,0129	0,077
NH_4^+ (mg/l)	0,47	0,37	0,45	0,54	0,61	0,62	0,54	0,98
Fe^{+++} (mg/l)	—	—	0,013	0,012	0,011	0,032	0,021	0,051
Gelöstes CO_2 (mg/l)	—	—	3,0	4,1	1,7	4,5	4,0	1,5
Zahl der Untersuchungen im Laufe des Jahres	150	173	32	54	51	50	51	41

Auf *Tab. IV.* wird die Menge der im Laufe des Jahres 1971 im ungarischen Donauabschnitt durch den Fluß mit sich geführten gelösten Salze angegeben. Die mitgeführte Salzmenge liegt im Vergleich zu dem der übrigen Jahre wesentlich unter dem Durchschnitt, was damit erklärt werden kann, daß in diesem Jahre der durchschnittliche Jahreswasserstand um 160 cm niedriger war, als der des vorangehenden Jahres. Das Wasser der Donau führte die gelösten Salze relative gleichmäßig mit sich: 26% der Jahresmenge der mitgeführten gelösten Salzmenge lief im Winter, 30% im Frühjahr, 27% im Sommer und 17% im Herbst durch den ungarischen Donauabschnitt *Tab. IV.*

Die modernen und vom Gesichtspunkt der Lebewesen der Gewässer auswertbaren wasserchemischen Untersuchungen erstrecken sich auf die Fragen des Stoffhaushaltes der Gewässer, d. h. auf die biogene Dynamik der vom biologischen Gesichtspunkt wichtigsten Elemente, des Umsatzes von Kohle, Sauerstoff, Stickstoff, Schwefel und Phosphor. Unsererseits be-

faßten wir uns aus dem Problemenkreis des von den biogenen Verhältnissen der Donau abhängenden Stoffumsatzes bisher – und so auch im Jahre 1971 – mit der Untersuchung des Sauerstoffhaushaltes am ausführlichsten.

Tabelle IV.

Menge der im Laufe des Jahres 1971 im
Donauwasser bei Alsógöd geführten
gelösten Salze

Januar	1,3	Mill. Tonnen
Februar	1,5	„ „
März	1,6	„ „
April	1,8	„ „
Mai	1,5	„ „
Juni	1,8	„ „
Juli	1,5	„ „
August	1,0	„ „
September	1,0	„ „
Oktober	0,9	„ „
November	0,9	„ „
Dezember	1,3	„ „
Insgesamt	16,1	Mill. Tonnen

Der *aktuelle O₂-Gehalt* des Stromes wird durch die gemeinsame Wirkung der Primärproduktion – als eines O₂ erzeugenden Prozesses – sowie durch die Atmung und den Abbau der heterotrophen Organismen – als O₂-Verbrauchsprozesse – ausgebildet. Der aus der Atmosphäre stammende O₂-Nachschub kommt nur in zweiter Reihe und in geringem Maße in Betracht. Der aktuelle O₂-Gehalt des Donauwassers in den Stromabschnitten verschiedenen hydrographischen Zustandes ist zu den verschiedenen Zeitpunkten sehr veränderlich. Die im Donauwasser gelöste O₂-Menge sowie die O₂-Sättigung des Wassers ist – ähnlich den anderen Jahren – im Frühjahr und im Sommer am höchsten. Zwischen April und November, also in der vom Gesichtspunkt der Photosynthese aktivsten Periode zeigt sich an jedem Tag und jeder Stelle der Untersuchung zu Mittag, oder am Nachmittag das Maximum der O₂-Konzentration. In den nicht verunreinigten Stromabschnitten zeigt sich im Frühjahr und im Sommer in Richtung der Strömung abwärts schreitend, vermutlich zufolge des Anwachsens der Menge und Tätigkeit des Phytoplanktons der allmähliche Anstieg des gelösten O₂-Gehaltes des Wassers. Die sich auf den aktuellen O₂-Gehalt des Donauwassers beziehenden, in *Tab. 2* angegebenen Extrem- und Durchschnittswerte sind auch für die O₂-Sättigung der übrigen, nicht verunreinigten ungarischen Donauabschnitte charakteristisch.

Seit Jahren wird unsrerseits die *sauerstoff erzeugende Fähigkeit* des Donauwassers (K n ö p pscher SPP-Wert) (K n ö p p 1960), die die Größe der unter optimalen Umständen vor sich gehenden O₂-Produktion ist, ununterbrochen untersucht. Diese Möglichkeit, die im Wasser zur

Produktion von einer gewissen O_2 -Menge gegeben ist, ist für die Gewässer charakteristisch und sichert einerseits die O_2 -Versorgung der fließenden Gewässer, anderseits die zum Abbau der verunreinigenden Stoffe, zur Selbstreinigung der fließenden Gewässer nötige O_2 -Menge. Obwohl sich in der Natur dauernde optimale Verhältnisse selten vorkommen und deshalb der auf experimentellem Wege bestimmte SPP-Wert gewöhnlich größer als die echte Produktion ist, widerspiegeln die SPP-Werte die von den hydrographischen Zuständen, von der Temperatur, Jahreszeit und Verunreinigung abhängende Dynamik der in den fließenden Gewässern vor sich gehenden eigentlichen O_2 -Produktion dennoch getreu.

Die seit 1966 ununterbrochen, zumindest mit wöchentlicher Häufigkeit durchgeführten SPP-Messungen an den nicht verunreinigten Abschnitten der ungarischen Donau zeigen, daß die Stoffwechseldynamik der in der Donau lebenden eutrophen Organismen in den verschiedenen Jahreszeiten veränderlich ist: im Winter ist sie gering und im allgemeinen kaum wahrzunehmen, dann folgt mit dem ersten Maximum im Laufe der Monate April–Mai das Anwachsen der Produktionswerte, sodann ein zweites, höheres Maximum im August und September (eventuell Oktober), zwischen den beiden kann ein Zwischenmaximum in den Monaten Juni–Juli zustandekommen und schließlich nimmt dem Winter zu die O_2 -Produktionsmöglichkeit in bedeutenden Maße und allmählich ab. Die sich im Wasser von β -mesosaprobem Charakter des untersuchten Donauabschnittes vor sich gehenden Produktionsmöglichkeiten sind vorläufig noch wesentlich günstiger, als die O_2 -erzeugende Fähigkeit der westeuropäischen Ströme (vor allem wie die des Rheins und des Mains) (Knöpp 1960), aber auch besser, als die der deutschen und österreichischen Abschnitte der Donau, die von α -mesosaprobem Charakter sind und einen von den industriellen Abwässern größtenteils vergifteten Stoffhaushalt aufweisen. Auf den nicht verunreinigten Donauabschnitten ist das Maß der Produktion auch im Winter beachtenswert und die SPP-Werte sind das ganze Jahr über wesentlich größer als die der oben erwähnten Ströme.

Den vorangehenden Jahren ähnlich haben wir auch 1971 unterhalb von Budapest, beim Stromkm 1531 im Hauptarm der Donau, beim Stromkm 1718 in einem Nebenarm oberhalb von Budapest und in der Höhe des Stromkm-s 1503 in einem toten Arm der Donau in den verschiedenen Jahreszeiten die Messung der tageszeitlichen O_2 -Konzentrationschwankungen fortgesetzt. Die tageszeitliche Schwankung der absoluten Menge des gelösten O_2 ist im stehenden Gewässer, im stark eutrophisierten toten Arm am größten (18–20 mg/l), im Nebenarm, mit langsam strömendem Wasser mittelmäßig (7–10 mg/l) und im Hauptarm am geringsten (6–8 mg/l), jedoch zu den verschiedensten Zeitpunkten in den 3 verschiedenen Donauwassertypen fast ständig von derselben Richtung. Ohne die Daten der noch unter Auswertung stehenden Untersuchungsserie hier mitteilen zu wollen, möchten wir noch auf einige, aus ihnen ziehbare Schlüsse eingehen.

Aus den tageszeitlichen O_2 -Kurven kann aufgrund der von Brujewitz vorgeschlagenen Formel (A l e k i n 1962) auch die absolute Menge der Primärproduktion errechnet werden. Aufgrund der 1971 durchgeführten Untersuchungen – mit den Untersuchungen der früheren Jahre übereinstimmend – beträgt der Wert der Primärproduktion auf die Wassermengen der Oberfläche gerechnet in dem nicht verunreinigten Abschnitt der Donau im Hauptarm 6–14 g O_2/m^3 , im Nebenarm 11–19 g O_2/m^3 und im toten Arm 4–35 g O_2/m^3 . Wenn wir bedenken, daß diese Werte mit den m^3 des täglichen Wasserertrages multipliziert werden müssen, um zu erfahren, wieviel O_2 pro Tag das Phytoplankton der Donau produziert und in das Wasser des Stromes abgibt, so sind diese sehr beträchtliche Produktionswerte. Den Wasserertragswerten der Untersuchungsperioden entsprechend, fällt die absolute biologische O_2 -Produktion im Hauptarm der Donau im Jahre 1971 zwischen die Werte 1100–1740 Tonnen O_2/Tag .

Im Wasser des deutschen Donauabschnittes ist die Primärproduktion von wesentlich geringerem Maße, beträgt weniger als ein Drittel der unterhalb von Budapest gemessenen Werte, durchschnittlich 3–4 g O_2/m^3 und nur einige Spitzenwerte erreichen die an der ungarischen Donau gemessenen kleinsten Werte (K n ö p p – D v i h a l l y 1971). Im Wasser des Rheins betrug der durchschnittliche Produktionswert schon vor 10 Jahren nur die Hälfte des durchschnittlichen Produktionswertes des deutschen Donauabschnittes, insgesamt 1,7 g O_2/m^3 . Seither hat sich die Lage noch mehr verschlimmert.

Mit den obigen Daten wollten wir zwischen den verhältnismäßig weniger verunreinigten Abschnitten der ungarischen Donau und anderen, industriell stärker verunreinigten Flüssen vom Gesichtspunkt der stoffwechseldynamischen Verhältnisse bzw. in der Relation des O_2 -Haushaltes über das Ausmaß der Vergiftung des biogenen Stoffwechsels einen Vergleich ziehen. Die Degradation der mit dem O_2 -Haushalt eng zusammenhängenden Selbstreinigungsfähigkeit wirkt auf die ganze Lebewelt des Flusses schädlich aus. Dieses Problem besitzt in der Umgebung der Industriezentren der Donau eine besondere Wichtigkeit und die vorliegenden Untersuchungen wünschten die Wichtigkeit des Schutzes der Wassergüte der Donau zu unterstreichen und zu den weiteren stoffwechseldynamischen Untersuchungen mit Daten untermauerte Grundlagen zu liefern.

Zusammenfassung

Der Aufsatz berichtet über die für das Jahr 1971 bezeichnenden wasserchemischen Verhältnisse eines der nicht verunreinigten Donauabschnitte Ungarns. Die Menge einzelner Ione hat sich im Laufe der Jahre nicht grundlegend verändert, zu gleicher Zeit haben sich im Vergleich zu den Daten der vorangehenden Jahre in den Jahresdurchschnittswerten anderer Ione langsame, jedoch kontinuierliche Abweichungen

gezeigt. Obwohl die im letzteren Jahrzehnt vor sich gehende kontinuierliche Verschlechterung der Wassergüte der Donau vor allem durch die sog. mikroverunreinigenden Stoffe (Phenol, Teer, Erdölderivate, Detergenten usw.) verursacht werden, zeigen diese Verschlechterung auch die untersuchten gelösten Stoffe natürlichen Ursprunges an. Während die Menge des Sauerstoffverbrauches, die Menge von Nitrit, Ammonium, gelöstem Kohlendioxyd und gelöstem Eisen seit 1965 langsam anwächst, zeigen die gelöste O_2 -Menge, die O_2 -Sättigung, die absoluten Werte der Nitrat- und Silikat-Ione und auch die Jahresdurchschnitte eine sich langsam vermindernde Tendenz (Tab. 3). Diese Angaben sind Anzeichen der qualitativen Verschlechterung des Donauwassers.

Der Aufsatz zieht im weiteren hinsichtlich des O_2 -Haushaltes einen Vergleich zwischen einzelnen, nicht verunreinigten Abschnitten der ungarischen Donau und einzelner, industriell verunreinigter westeuropäischer Ströme (Rhein, Main, deutscher Abschnitt der Donau). Im ungarischen Donauabschnitt ist sowohl die sauerstoffproduzierende Fähigkeit (Knöpscher SPP-Wert), wie auch die Primärproduktion größer als in den obenerwähnten Strömen. Im ungarischen Abschnitt der Donau beträgt die O_2 -Produktion in den oberen Wasserschichten des Hauptarmes 6–14 g O_2/m^3 , d. h. 1100–1740 Tonnen O_2 /Tag. Im Wasser des deutschen Donauabschnittes ist die Primärproduktion von einem wesentlich geringeren Maße, durchschnittlich 3–4 g O_2/m^3 , also geringer als ein Drittel der unterhalb von Budapest gemessenen Werte und nur einzelne Spitzenwerte erreichen die am ungarischen Donauabschnitt gemessenen niedrigsten Werte. Der durchschnittliche Produktionswert betrug schon vor 10 Jahren im Wasser des Rheins nur mehr die Hälfte des durchschnittlichen Produktionswertes des deutschen Donauabschnittes, insgesamt 1,7 g O_2/m^3 , seitdem hat sich die Lage noch mehr verschlechtert.

SCHRIFTTUM

- Alekin, O. A. 1962. Grundlagen der Wasserchemie. Leipzig, VEB Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, 1–260. p.
- Knöpp, H. 1960. Untersuchungen über das Sauerstoffproduktionspotential von Flußplankton. Schweiz. Z. Hydr. 22: 152–166 p.
- Knöpp, H. – S. T. Dviahally, 1971. Über den Stoffhaushalt der Donau und ihrer Nebenflüsse. Schweiz. Z. Hydr. 33: 287–302 p.
- Knöpp, H. 1962. Physikalisch-chemische Arbeitsmethoden der Bundesanstalt für Wasserbiologie und Abwasserforschung, Wien-Kaisermühlen, angewandt bei der allgemeinen Donauuntersuchung. Manuskript. 1–31.